

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

---



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 101 13 000.7  
**Anmeldetag:** 17. März 2001  
**Anmelder/Inhaber:** Bayerische Motoren Werke Aktien-  
gesellschaft, München/DE  
**Bezeichnung:** System aus Verbrennungsmotor und Brennstoffzelle  
**IPC:** B 60 L, F 02 N, F 01 P

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 20. März 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

Walner

5

10

### **System aus Verbrennungsmotor und Brennstoffzelle**

Die Erfindung betrifft ein System aus Verbrennungsmotor und Brennstoffzelle ge-  
mäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Es sind bereits Kraftfahrzeuge bekannt, bei denen einerseits ein Verbrennungsmo-  
tor und andererseits zusätzlich eine Brennstoffzelle vorgesehen sind, wobei der  
Verbrennungsmotor insbesondere zur Fortbewegung des Fahrzeugs dient und die  
Brennstoffzelle u. a. für die Stromerzeugung der elektrischen Aggregate vorgesehen  
ist.

Bisher werden sowohl Verbrennungsmotor als auch Brennstoffzelle separat vonein-  
ander montiert. Dabei ist vornehmlich daran gedacht, dass die Brennstoffzelle we-  
gen ihres aktuellen Platzbedarfes am Einbauort einer herkömmlichen Starterbatterie  
eingebaut wird.

Insbesondere nach dem Abstellen eines Fahrzeugs kühlen jedoch sowohl der  
Verbrennungsmotor als auch die Brennstoffzelle parallel aus, so dass die in den  
jeweiligen Aggregaten gespeicherte Wärme an die Umgebung verloren geht. Die  
Brennstoffzelle befindet sich zwar meist in einer isolierenden Umhüllung, doch kann  
diese nur zur zeitlichen Verzögerung der gesamten Wärmeverluste führen. Bei heu-  
tigen Hochtemperatur-Brennstoffzellen liegt die Betriebstemperatur um die 850°C.  
Nach einem Auskühlzeitraum von 1, 2, 4 und 7 Stunden verringert sich die Tempe-

ratur der Brennstoffzelle beim aktuellen Stand der Technik auf 750°C, 650°C, 600°C bzw. 400°C. Wegen dieses Auskühleffektes können Systemoptimierungspotentiale aus der Kombination der Wärmen von Verbrennungsmotor und Brennstoffzelle nicht vollständig genutzt werden. Insbesondere kühlt der Verbrennungsmotor relativ  
5 schnell aus, so dass bei einem Wiederstart die Emissionsnachteile eines Kaltstarts in Kauf zu nehmen sind.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein System aus Verbrennungsmotor und Brennstoffzelle zu schaffen, bei welchem sich die vorgenannten Nachteile  
10 möglichst vermeiden lassen.

Diese Aufgabe wird durch die im Anspruch 1 angegebenen Merkmale gelöst. Insbesondere wird durch konstruktive Maßnahmen eine wärmetechnische Kopplung des Verbrennungsmotors, also der Brennkraftmaschine des Fahrzeugs, und der Brennstoffzelle herbeigeführt. Die wärmetechnische Kopplung wird gemäß einer Ausführungsvariante dadurch erreicht, dass die Brennstoffzelle am Motorblock des  
15 Verbrennungsmotors angeordnet oder zumindest teilweise in den Motorblock integriert ist.

Durch eine primärantriebsseitige konstruktionsbedingt schwächere Wärmedämmung gegenüber der Wärmedämmung der anderen Seiten des Brennstoffzellenblockes wird ein Wärmeaustausch an dieser Stelle begünstigt. Diese Begünstigung kann durch wärmeleitverbessernde Maßnahmen zwischen einer Isolationsbox und dem Motorblock verstärkt werden.  
20

Alternativ kann die Wärme der Brennstoffzelle in einem Wärmespeicher zwischengespeichert und bei Bedarf an den Verbrennungsmotor abgegeben werden.  
25

Gemäß einer weiteren Alternative ist es möglich, die Wärmekopplung über einen Fluidkreislauf zu realisieren, durch den die Wärme aus dem Brennstoffzellen-System in den Verbrennungsmotor überführt wird. Insbesondere eignet sich dazu der Kühlkreislauf des Verbrennungsmotors, der gemäß einer besonderen Ausführungsvariante durch die Brennstoffzelle führbar ist.  
30

Insgesamt können mit den vorgenannten Maßnahmen Wärmeaustauscheffekte zwischen der Brennstoffzelle und dem Verbrennungsmotor erfolgen, wodurch sich zum einen der Fahrzeugenergieverbrauch bei einem Wiederstarten des Fahrzeugs und die Emissionsdaten durch die Nutzung der Abwärme der Brennstoffzelle verbessern. Nicht zuletzt ist es möglich, die Brennstoffzelle auch unabhängig vom Primär-  
 5 motorbetrieb beispielsweise für Standklima, Standheizungs- oder Bereitschaftsbetrieb separat zu aktivieren. In diesem Fall wird die von der Brennstoffzelle abgegebene Abwärme zur Erwärmung des Verbrennungsmotors beitragen. Insgesamt bleibt der Verbrennungsmotor daher auf einem Temperaturniveau, das beispielsweise die Notwendigkeit einer Kaltstartanreicherung und damit verbundener Kraft-  
 10 stoffverbrauchs Nachteile entfallen lässt.

Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend anhand einer einzigen Zeichnung näher beschrieben. Die einzige Zeichnung stellt ein schematisiertes Blockdiagramm einer  
 15 Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dar.

Bei der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung gemäss der Zeichnung ist eine Hochtemperatur-Brennstoffzelle 10 in einen Isolierkörper 12 eingebettet und bildet die sog. APU (Auxiliary Power Unit). Diese APU ist in einer Ausnehmung des Motorblocks 14, welcher nur schematisch angedeutet ist, eingebettet. Dabei ist die Iso-  
 20 lierung auf der Seite des Motorblocks 14 durch Herstellung einer Festkörperwärmeleitung weniger ausgeprägt als die Isolierung auf den anderen, beispielsweise dem Motorblock abgewandten Seiten, der Brennstoffzelle.

25 Die Hochtemperatur-Brennstoffzelle 10 und deren heiße Nebenaggregate sind über Halterungen 16 am Motorblock befestigt.

Der Wärmeaustausch von der Brennstoffzelle 10 zum Motorblock 18 ist durch die Pfeile 18 dargestellt, die die Wärmeleitung bzw. Wärmestrahlung symbolisieren sol-  
 30 len. Die Hochtemperatur-Brennstoffzelle weist bei ihrem Betrieb eine Temperatur von etwa 800°C auf. Auf der dem Motorblock abgewandten Außenseite der Isolierung 12 herrscht eine Temperatur von etwa 45°C. Auf der Kontaktfläche zum Motorblock 14 herrscht etwa eine Temperatur von 100°C. Die Isolierung 12 ist dabei so ausgeführt, dass die technisch unvermeidlichen Wärmeverluste beim Betrieb der

Brennstoffzelle während dem Stillstand des Fahrzeugs (z.B. während der Standklimatisierung oder zur sog. Boil-off-Konvertierung kryogener Kraftstoffe) im wesentlichen an den Motorblock übergehen, so dass diese Wärme dem Motor zur Verfügung gestellt wird. Wird der Motor dann betriebswarm abgestellt, hält ihn der Wärmeverlust der ebenfalls abgeschalteten APU für einige Zeit auf einer Temperatur oberhalb von 40°C. In dieser Phase entfällt die Notwendigkeit einer Anreicherung des Luft-/Brennstoff-Gemisches, die ansonsten bei einem Kaltstart erfolgen müsste. Im Fahrbetrieb sind die Wärmetransportvorgänge zwischen der APU und dem Verbrennungsmotor quasi Null, weil sich der Motorblock auf einem ähnlichen Temperaturniveau befindet, wie die am Motorblock anliegende Seite der Brennstoffzelle bzw. der Brennstoffzellen-Box.

Natürlich kann die wärmetechnische Kopplung auch auf andere Weise als durch Montage der Brennstoffzelle an den oder in den Motorblock erfolgen. Beispielsweise kann eine wärmetechnische Kopplung durch eine Festkörperwärmeleitung oder eine indirekte Leitung über Latentwärmespeicher oder einen aktiven Fluidtransport geschehen.

## System aus Verbrennungsmotor und Brennstoffzelle

5

10

  **Patentansprüche:**

1. System umfassend einen Verbrennungsmotor, der insbesondere für die Fortbewegung eines Fahrzeugs dient, und einer Brennstoffzelle, die unter anderem zur Stromerzeugung für elektrische Aggregate des Fahrzeugs dient,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Brennstoffzelle wärmetechnisch mit dem Verbrennungsmotor gekoppelt ist.
2. System nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Brennstoffzelle am Motorblock des Verbrennungsmotors angeordnet oder zumindest teilweise in den Motorblock integriert ist.
3. System nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Brennstoffzelle an der dem Verbrennungsmotor zugewandte Seite schwächer wärmegeklämt ist als an den anderen Seiten.

4. System nach Anspruch 1 bis 3,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass im Kontaktbereich zwischen der Brennstoffzelle und dem Verbrennungsmotor Mittel zur Verbesserung des Wärmeüberganges vorgesehen sind.
- 5
5. System nach Anspruch 1 bis 4,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass eine Festkörper-Wärmeleitung über Befestigungsteile der Brennstoffzelle am Motorblock hergestellt ist.
- 10
6. System nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass ein Wärmespeicher vorgesehen ist, der mit der Brennstoffzelle verbunden oder verbindbar ist und von dieser mit Wärmeenergie versorgbar ist und der mit dem Verbrennungsmotor koppelbar ist, um seine Wärme an den Verbrennungsmotor abzugeben.
- 15
7. System nach Anspruch 6,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass als Wärmespeicher ein Latentwärmespeicher vorgesehen ist.
- 20
8. System nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass eine durch Fluidströmung realisierte Wärmekopplung zwischen Brennstoffzelle und Verbrennungsmotor vorgesehen ist.
- 25
9. System nach Anspruch 8,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass ein Fluidkreislauf vorgesehen ist, der wärmetechnisch sowohl mit der Brennstoffzelle als auch mit dem Verbrennungsmotor gekoppelt ist.
- 30

10. System nach Anspruch 9,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Fluidkreislauf mit dem Kühlkreislauf des Verbrennungsmotors kombiniert ist.

## System aus Verbrennungsmotor und Brennstoffzelle

5

10

### **Zusammenfassung:**

Die Erfindung betrifft ein System umfassend einen Verbrennungsmotor, der insbesondere für die Fortbewegung eines Fahrzeugs dient, und eine Brennstoffzelle, die unter anderem zur Stromerzeugung für elektrische Aggregate des Fahrzeugs dient.

Um die Verlustwärme der Brennstoffzelle während beim Fahrzeugstillstand und die Nachwärme der Brennstoffzelle für den Verbrennungsmotor zu nutzen, wird eine Wärmekopplung von Brennstoffzelle und Verbrennungsmotor vorgeschlagen.

